

Ⅲ－B181

列車走行時の近接仮土留壁の計測結果について

八千代エンジニアリング 正会員 ○松浦 康博・坂下伸一郎
J R 東日本 東京工事事務所 正会員 加藤 誠・桑原 清

1. はじめに

線路に近接して掘削土留を行う場合には、列車走行安全性の観点から現場通過時には徐行を行うことを原則としてきたが、徐行の必要性・徐行速度についての明確な基準はなかった。これらの基準を明確にするためには列車走行時の土留壁の挙動を計測により明らかにする必要がある。本報告では、掘削現場の列車走行時の計測結果より無徐行又は列車速度向上を行うための有益な情報が得られたため、ここに報告する。

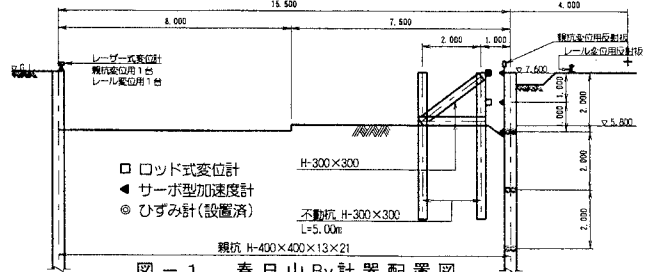
また、本現場計測では、複数の計器を取り付け土留壁の変位を計測し、相互に比較検討することにより線路に近接した掘削現場における測定計器の適用性についても検討した。

2. 計測概要

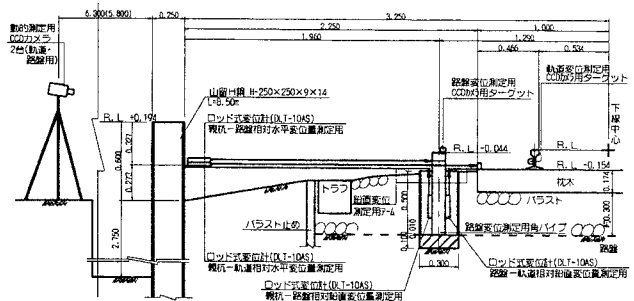
1) 計測現場と計測器：線路に近接した掘削現場において計測器の設置位置は、列車振動の影響を受けず、かつ現場作業の妨げとならない場所に設置しなければならないなどの制約を受けるため、計器の選定においては不動性（測定点からの離隔）の確保と測定精度の向上という相反する要素を満足するように選定する必要がある。

①信越本線春日山Bv：当現場では列車走行時の土留壁（親杭）の変位量を接触式計器としてロッド式変位計、非接触式計器としてサーボ型加速度計およびレーザー式変位計の3計器により同時測定した。（図－1）その土留杭の計測波形を比較した結果、レーザー式変位計はサンプリグ周波数が小さく測定値を波形として表すことが難しいとともに、無列車時の波形の変動が激しく信頼性に欠ける。またサーボ型加速度計による変位量は、加速度を積分することにより算出するために積分回路内での誤差や波形の遅延の問題より波形の形状が多少現実と異なる。ロッド式変位計は設置位置が近いので不動性に多少問題があるが接触式であるため他の2計器の波形と比較すると当現場の3計器の中では最も信頼性があると判断した。

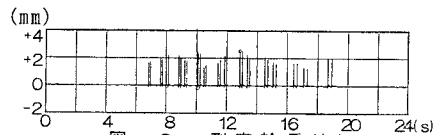
②横浜線相模原駅：当現場では図－2に示すように、CCDカメラで軌道の変位を測定し、同時に軌道と土留杭との間の相対変位量をロッド式変位計により計測した。土留杭の変位量は両者の重ね合わせにより算出した。当現場で使用したCCDカメラはズームレンズの使用により20m離れて最大で0.2mmの測定精度が得られることおよびサンプリ



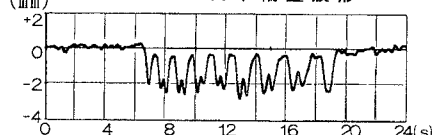
図－1 春日山Bv計器配置図



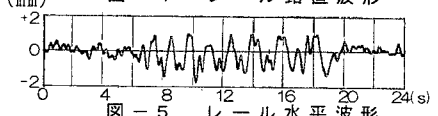
図－2 相模原St計器配置図



図－3 列車輪重波形



図－4 レール鉛直波形



図－5 レール水平波形

土留・線路近接・軌道変位・土留変位・路盤変位

〒115 3 東京都目黒区中目黒1-10-23 TEL03-3715-9926 FAX03-3715-2055

が周波数が60Hzに対して列車走行時の変位波形の周波数は10Hz以下であるため動的測定にも十分対応できることからCCDカメラの有効性が確認された。また、当測定では、列車軸重の測定において新型車両で問題となるノイズの混入を防止する対策をひずみゲージに施した結果、良好な軸重値を測定できた。図-3に列車軸重波形、図-4、5にCCDカメラにより測定されたレールの鉛直および水平変位波形を示す。

3. 計測結果の考察

1) 土留壁変位量と列車軸重及び速度との関係

図-6、7に前記2現場で計測された土留杭の列車走行時変位と列車軸重および列車速度との関係を示す。なお、同図の縦軸は土留杭の列車走行時の最大変位 δ_{max} を $\beta = \sqrt[4]{kD/4EI}$ と掘削深さ H の積で除した値とした。両図より、土留杭の変位は列車軸重にほぼ比例するが、列車速度の増加に伴って変位量が増加する傾向はなく、客車と貨物で2分されるがほぼ一定幅で分布している。

2) 列車荷重による変位量

表-1に2現場の列車荷重による土留杭の変位量（全列車の最大値）および掘削による変位量を含む全変位量に対する割合を示す。両現場で地盤条件、土留杭の剛性および軌道中心からの離れが異なるためばらつきがあるが列車荷重による変位量の割合は最大で10%程度である。弾塑性法³⁾による設計値での割合は約50%であり設計値はかなり安全側の値となる。これは、実際の列車荷重が図-8、9に示すように設計値と比べると小さいとともに、列車荷重時の側圧係数が実際より大きいこと及び設計では地盤反力係数の動的効果を考慮していない事によるものと考えられる。

3) 列車荷重による土留杭の応力度

春日山Bvにおいて測定された土留杭の応力度より、列車荷重による応力度の全応力度に対する割合は貨物の最大で5%である。弾塑性法による計算値の割合は40%であり設計値はかなり安全側の値となっている。

4. まとめ

- ①土留壁の変位は速度と無関係であり、徐行速度の向上により土留壁の変位量が大きくなることはない。
- ②測定された列車荷重と設計値を比較すると、現設計値は衝撃を含めても安全側の荷重であることが確認された。

- ③実測値との比較より、土留壁の変位および応力度の設計値は十分安全側の値となるため、現行の設計法³⁾により土留壁の設計を行えば、列車速度向上時においても土留工の安定性は確保できると考えられる。

<参考文献>

- 1) 自閑, 加藤, 桑原: 列車荷重による掘削土留工の変位計測, 第31回地盤工学研究発表会, 1996
- 2) 坂下, 増田, 加藤, 合澤: 線路近接土留工の計測システムについて, 第32回地盤工学研究発表会, 1997
- 3) 深い掘削土留工設計法, (社)日本鉄道技術協会, 平成5年9月

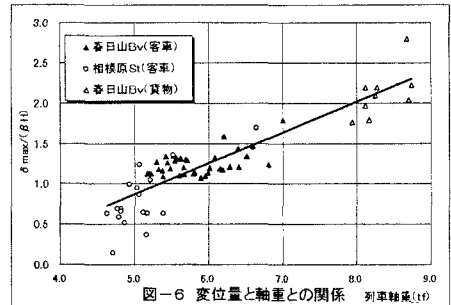


図-6 変位量と軸重との関係

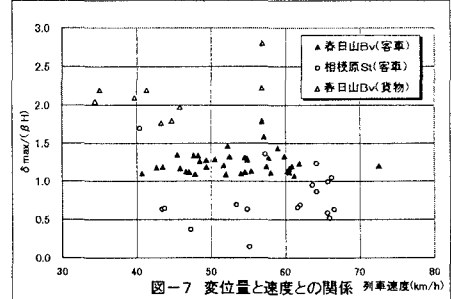


図-7 変位量と速度との関係

表-1 列車荷重による変位量

現場	列車種別	掘削による変位量 δE (mm)	列車による変位量 δT (mm)	$\delta T / (\delta E + \delta T)$ (%)
春日山Bv	旅客	12.20	0.41	3.3
	貨物		0.65	5.1
相模原St	旅客	17.86	1.96	9.9

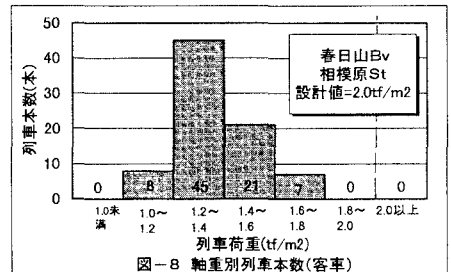


図-8 軸重別列車本数(客車)

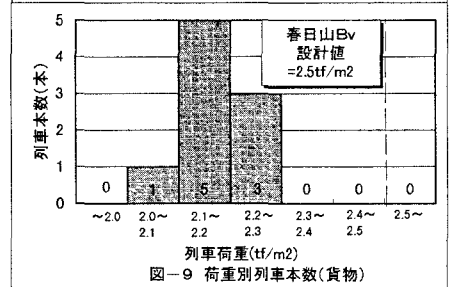


図-9 荷重別列車本数(貨物)